

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000352680
PUBLICATION DATE : 19-12-00

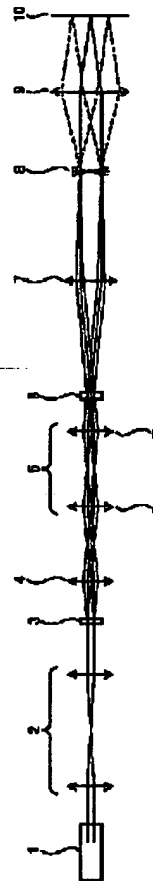
APPLICATION DATE : 11-06-99
APPLICATION NUMBER : 11165644

APPLICANT : ASAHI OPTICAL CO LTD;

INVENTOR : IIZUKA TAKAYUKI;

INT.CL. : G02B 26/10 B41J 2/44 G02B 27/09
H04N 1/113

TITLE : MULTIBEAM OPTICAL SYSTEM



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To correct the influence due to the wavelength dependence of a diffraction branching element.

SOLUTION: A scanning optical system to which this multibeam optical system is applied is constituted by arraying a light source 1, a beam expander 2, the diffraction branching element 3, a converging mirror 4, a correction optical system 5, a multichannel modulator 6, a collimating lens 7, a polygon mirror 8, an $f\theta$ lens 9 and an exposure object surface 10. The optical system 5 is constituted of a 1st group 5a including a diffraction lens component having negative power and having positive power and positive color dispersion as a whole and a 2nd group 5b including a diffraction lens component having positive power and having positive power and negative color dispersion as a whole, and set so that magnification is inversely proportional to the wavelength.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-352680

(P2000-352680A)

(43) 公開日 平成12年12月19日 (2000. 12. 19)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターマコード* (参考)

G 0 2 B 26/10

G 0 2 B 26/10

D 2 C 3 6 2

B 4 1 J 2/44

B 4 1 J 3/00

D 2 H 0 4 5

G 0 2 B 27/09

G 0 2 B 27/00

E 5 C 0 7 2

H 0 4 N 1/113

H 0 4 N 1/04

1 0 4 A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平11-165644

(22) 出願日

平成11年6月11日 (1999. 6. 11)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 飯塚 隆之

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

(74) 代理人 100098235

弁理士 金井 英幸

Fターム (参考) 2C362 AA04 BA58 BA61 BA83

2H045 AA01 BA24 BA26 BA33 CA93

CB42 CB43

5C072 AA03 DA02 DA04 DA20 DA21

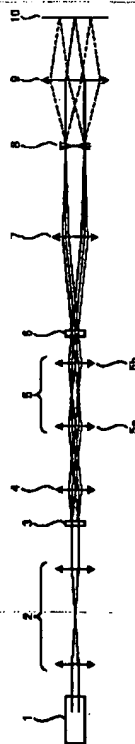
HA06 HA10 RA12

(54) 【発明の名称】 マルチビーム光学系

(57) 【要約】

【課題】 回折分岐素子を持つ波長依存性による影響を補正することができるマルチビーム光学系を提供すること。

【解決手段】 マルチビーム光学系が適用された走査光学系は、光源1、ビームエクspander2、回折分岐素子3、収束ミラー4、補正光学系5、マルチチャンネル変調器6、コリメートレンズ7、ポリゴンミラー8、fθレンズ9、露光対象面10が配列して構成されている。補正光学系5は、負のパワーを持つ回折レンズ成分を含み全体として正のパワーと正の色分散を持つ第1群5aと、正のパワーを持つ回折レンズ成分を含み全体として正のパワーと負の色分散を持つ第2群5bとから構成され、倍率が波長に反比例するよう設定されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のピーク波長で発光する光源と、該光源からの光束を回折させることにより複数本に分岐してそれぞれ異なる角度で射出させる回折分岐素子と、回折分岐素子により分岐された光束を入射させる位置に配置され、倍率が波長に反比例する補正光学系とを備え、
該補正光学系は、回折レンズ成分を含み、前記回折分岐素子の波長に依存する回折角度のずれを補正することを特徴とするマルチビーム光学系。

【請求項2】 前記補正光学系は、負のパワーを持つ回折レンズ成分を含み全体として正のパワーと正の色分散を持つ第1群と、正のパワーを持つ回折レンズ成分を含み全体として正のパワーと負の色分散を持つ第2群とから構成されることを特徴とする請求項1に記載のマルチビーム光学系。

【請求項3】 前記回折分岐素子への入射光が平行光であり、該回折分岐素子と前記補正光学系との間に、回折分岐素子からの平行光を収束させる収束素子が配置されていることを特徴とする請求項1に記載のマルチビーム光学系。

【請求項4】 前記第1群及び第2群の回折レンズ成分は、いずれも正のパワーを持つ反射面上に形成されていることを特徴とする請求項1に記載のマルチビーム光学系。

【請求項5】 前記光源から発する複数のピーク波長のうち描画に使用する2つのピーク波長を λ_A 、 λ_B ($\lambda_A > \lambda_B$) として、前記第1群、第2群の焦点距離が、以下の条件(1)、(2)を満たすよう設定されていることを特徴とする請求項1に記載のマルチビーム光学系。

$$(1) \lambda_B / \lambda_A < (f_1(\lambda_A) + f_2(\lambda_A)) / (f_1(\lambda_B) + f_2(\lambda_B)) < \lambda_A / \lambda_B$$

$$(2) \sqrt{(\lambda_A / \lambda_B) < (f_1(\lambda_A) / f_2(\lambda_A)) \cdot (f_2(\lambda_B) / f_1(\lambda_B)) < (\sqrt{(\lambda_A / \lambda_B))}^3$$

ただし、

$f_1(\lambda_A)$: 第1群の波長 λ_A における焦点距離、

$f_1(\lambda_B)$: 第1群の波長 λ_B における焦点距離、

$f_2(\lambda_A)$: 第2群の波長 λ_A における焦点距離、

$f_2(\lambda_B)$: 第2群の波長 λ_B における焦点距離である。

【請求項6】 前記回折分岐素子により分岐された光束のそれぞれを独立して変調するマルチチャンネルの変調素子と、変調された光束を偏向器により偏向し、走査レンズを介して被露光対象面上に走査させる走査光学系に適用され、前記補正光学系が、前記回折分岐素子と前記偏向器との間に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のマルチビーム光学系。

【請求項7】 前記補正光学系は、前記回折分岐素子と前記マルチチャンネル変調素子との間に配置されていることを特徴とする請求項6に記載のマルチビーム光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、露光対象面上に複数のビームスポットを形成するマルチビームレーザープロッター等のマルチビーム光学系に関し、特に、単一の光源からのレーザー光を回折分岐素子を用いて分割して複数のビームを得るタイプの光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】マルチビーム光学系には、光源から発したレーザー光をビームスポットの数に応じたビームに分岐させるための分岐素子が必要である。従来、分岐素子としてはプリズム型の素子が用いられていたが、プリズム型では分岐するビーム数に対応する個数のプリズムブロックが必要となり、本数が多くなるほど接合時の誤差による露光対象面上でのビームスポットのズレが大きくなる。

【0003】そこで、近時、回折効果を利用した回折分岐素子が用いられるようになってきている。回折分岐素子は、貼り合わせ等が不要な単一の素子で構成されるため、分岐するビームの本数が多くなってもプリズム型におけるような誤差は生じない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、光の回折角度は波長に比例して変化するため、光源が複数の波長で発光する場合には、同一の次数で回折したビームであっても露光対象面上では波長によって収束位置がずれ、あるいは、光源の発光波長が単一である場合にも、発光波長が変化すると露光対象面上でのビームスポットのピッチが変化するという問題がある。

【0005】例えば、レーザーフォトリソプロッター等の光源として用いられるアルゴンレーザーは、可視域、紫外域で複数のピーク波長を持つが、回折素子を利用する場合にはその一つの波長しか使用し得ず、エネルギーの利用効率を高めることができなかった。

【0006】この発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、回折分岐素子が持つ波長依存性による影響を補正することができ、波長が異なる複数のビームを利用した場合の露光対象面上でのビームスポットの位置ズレや、波長が変化した際のビームスポットのピッチの変化を防ぐことができるマルチビーム光学系の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、この発明にかかるマルチビーム光学系は、回折レンズを利用した補正光学系を回折分岐素子の後段に設け、この補正光学系の倍率が波長に反比例するように設定したことを特徴とする。

【0008】すなわち、この発明にかかるマルチビーム光学系は、複数のピーク波長で発光する光源と、光源からの光束を回折させることにより複数本に分岐してそれ

それぞれ異なる角度で射出させる回折分岐素子と、回折分岐素子により分岐された光束を入射させる位置に配置され、倍率が波長に反比例する補正光学系とを備え、この補正光学系が、回折レンズ成分を含み、回折分岐素子の波長に依存する回折角度のずれを補正するようにしたことを特徴とする。

【0009】上記の構成によれば、回折分岐素子により分岐された光束の回折角度のピーク波長毎のズレを、補正光学系の色分散特性により補正することができ、それぞれの回折次数において、異なる角度で回折された複数の波長の光束を同一の位置に揃えることができる。回折分岐素子の波長依存性の角度誤差を補正するためには、屈折レンズの色分散では不足するため、補正光学系には回折レンズ成分が含まれる。

【0010】補正光学系は、負のパワーを持つ回折レンズ成分を含み全体として正のパワーと正の色分散を持つ第1群と、正のパワーを持つ回折レンズ成分を含み全体として正のパワーと負の色分散を持つ第2群とから構成されることが望ましい。なお、この明細書では、波長が短くなるにしたがって等価屈折率が高くなる場合を「正の色分散」と定義する。

【0011】回折分岐素子への入射光が平行光である場合、回折分岐素子と補正光学系との間に、回折分岐素子からの平行光を収束させる収束素子を配置することが望ましい。なお、この収束素子は、色収差を発生させないことが望ましいため、凹面鏡を利用するか、屈折レンズのレンズ面上に色収差補正用の回折レンズ構造を設けて利用してもよい。

【0012】また、回折レンズ成分は、正のパワーを持つ屈折レンズの一方のレンズ面、あるいは凹面ミラーの表面に形成することができる。反射面上に各回折レンズ成分を形成すると、補正光学系における色分散が回折レンズ成分のみにより発生するため、その分散が波長に対してリニアであり、同じく回折型の素子である回折分岐素子で発生した波長に対してリニアな色分散を補正するのに適している。

【0013】具体的には、光源から発する複数のピーク波長のうち描画に使用する2つのピーク波長を λ_A 、 λ_B として、第1群、第2群の焦点距離が、以下の条件(1)、(2)を満たすよう設定することが望ましい。

$$(1) \lambda_B / \lambda_A < (f_1(\lambda_A) + f_2(\lambda_A)) / (f_1(\lambda_B) + f_2(\lambda_B)) < \lambda_A / \lambda_B$$

$$(2) \sqrt{(\lambda_A / \lambda_B)} < (f_1(\lambda_A) / f_2(\lambda_A)) \cdot (f_2(\lambda_B) / f_1(\lambda_B)) < (\sqrt{(\lambda_A / \lambda_B)})^3$$

ただし、

$f_1(\lambda_A)$: 第1群の波長 λ_A における焦点距離、

$f_1(\lambda_B)$: 第1群の波長 λ_B における焦点距離、

$f_2(\lambda_A)$: 第2群の波長 λ_A における焦点距離、

$f_2(\lambda_B)$: 第2群の波長 λ_B における焦点距離である。

【0014】この発明のマルチビーム光学系を走査光学

系に適用する場合、補正光学系は、回折分岐素子と偏向器との間に配置されることが望ましい。さらに、回折分岐素子とこの素子により分岐された光束のそれぞれを独立して変調するマルチチャンネルの変調素子との間に配置されることがより望ましい。

【0015】なお、上記のマルチビーム光学系を走査光学系の一部として用いる場合、補正光学系は、回折分岐素子とポリゴンミラー等の偏向器とをつなぐリレー光学系として機能する。そして、このリレー光学系の倍率が波長に反比例するよう設定することにより、回折分岐素子より後段の光学系の合成焦点距離が波長に反比例し、回折分岐素子の波長に依存する角度ズレを補正することができる。また、リレー光学系がアフォーカル系である場合には、その角倍率が、波長に比例するよう設定すればよい。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかるマルチビーム光学系の実施形態を説明する。図1はこの発明のマルチビーム光学系を走査光学系に適用した実施形態を示す説明図、図2は発明の原理の説明図である。まず、図1に基づいて実施形態の構成を説明した後、図2にしたがって発明の原理を説明する。なお、図1、図2では、図面を簡略化するため、パワーを持つミラーについてもレンズと同様に透過型の素子として図示している。

【0017】実施形態の走査光学系は、図1に示すように、図中左側から順に、光源1、ビームエキスパンダー2、回折分岐素子3、収束ミラー4、補正光学系5、マルチチャンネル変調器6、コリメートレンズ7、偏向器としてのポリゴンミラー8、走査レンズである $f\theta$ レンズ9、そして、露光対象面10が配列して構成されている。

【0018】光源1は、複数のピーク波長で発光するアルゴンレーザー等のレーザー光源であり、この光源1から発した光束はビームエキスパンダー2により光束径が調整される。回折分岐素子3は、ビームエキスパンダー2からの平行光束を回折させることにより複数本に分岐してそれぞれ異なる角度で射出させる。

【0019】回折分岐素子3により分岐された複数の平行光束は、収束ミラー4により収束光とされて補正光学系5に入射する。補正光学系5は、全体として正のパワーを持ち、正の色分散を与える回折レンズ成分を含む第1群5a、および、全体として正のパワーを持ち、負の色分散を与える回折レンズ成分を含む第2群5bとから構成され、第1群5aと第2群5bとを合成した補正光学系5の焦点距離が、入射する光束の波長に反比例するよう設定されている。このような設定の具体例については後述する。なお、補正光学系5は、回折分岐素子3とマルチチャンネル変調器6とをつなぐアフォーカルなリレー光学系としての機能を有している。

【0020】補正光学系5から導かれる複数の光束は、

AOM(音響光学変調素子)等のマルチチャンネル変調素子6によりそれぞれ独立して変調される。変調された複数の光束は、コリメートレンズ7を介してポリゴンミラー8に入射し、このポリゴンミラーの回転に伴って反射、偏向される。偏向された複数の光束は、 $f\theta$ レンズ9を介して露光対象面10上に主走査方向に走査する複数のビームスポットを形成する。

【0021】続いて、図2に基づいて補正光学系5の詳細について説明する。第1群5a、第2群5bは、実施形態では、凹面ミラーの表面にフレネルレンズ状の回折レンズ構造を形成することにより構成されている。反射面上に各回折レンズ成分を形成すると、補正光学系5における色分散が回折レンズ成分のみにより発生するため、その分散が波長に対してリニアであり、同じく回折型の素子である回折分岐素子3で発生した波長に対してリニアな色分散を補正するのに適している。

【0022】屈折レンズのアップベ数に相当する回折レンズ成分の分散値 ν_{DOR} は-3.453であり、回折レンズ成分は屈折レンズと比較してかなり大きな分散特性を持つため、屈折レンズのみでは困難な色補正が実現できる。

【0023】実施形態の補正光学系5は、光源1から発する複数のピーク波長のうちの描画に使用する2つの波長 λ_A 、 λ_B について、回折分岐素子3の波長に依存する回折角度のズレを補正する機能を有している。

【0024】ここで、各レンズの焦点距離を以下のように定義し、回折分岐素子3による1つの次数の回折光、例えば-1次回折光について考察する。なお、図2では説明を簡単にするため単一の次数についてのみ光束を示しているが、補正光学系5による補正効果はいずれの次数の光束に対しても同様に作用する。

f_0 : 収束ミラー4の焦点距離、

$f_1(\lambda_A)$: 第1群5aの波長 λ_A における焦点距離、

$f_1(\lambda_B)$: 第1群5aの波長 λ_B における焦点距離、

$f_2(\lambda_A)$: 第2群5bの波長 λ_A における焦点距離、

$f_2(\lambda_B)$: 第2群5bの波長 λ_B における焦点距離である。

【0025】前述のように、補正光学系5の第1群5a、第2群5bには大きな分散特性を持つ回折レンズ成分が含まれる。したがって、波長の変化による焦点距離の変化も比較的大きくなるため、波長 λ_A 、 λ_B についてそれぞれ焦点距離を定義している。これに対して、反射面のみからなる収束ミラー4は波長の変化による焦点距離の変化がないため、単に f_0 で示している。なお、非回折収束素子を屈折レンズから構成した場合にも、波長の変化による焦点距離の変化は回折素子を含む群と比較すると小さく、かつ、波長 λ_A 、 λ_B は同一の光源から発するピーク波長であってその差は僅かである場合には、これらの波長の違いによる焦点距離の変化は無視することができる。

【0026】回折分岐素子3から射出する-1次回折光の回折角度は、波長によって異なる。図2では、波長 λ_A の光束を直線、 λ_B の光束を破線で示している。収束ミラー4に平行光として入射したこれらの光束は、収束ミラー4から焦点距離 f_0 離れた位置で焦点を結ぶ。これらの焦点の光軸からの高さを、波長 λ_A の光束については y_A 、波長 λ_B の光束については y_B とすると、これらの値は、回折分岐素子3の基準波長を λ 、基準波長 λ の光束が入射した際の-1次回折光の回折角度を θ として、以下のように表される。

$$y_A = f_0 \theta(\lambda_A/\lambda), \quad y_B = f_0 \theta(\lambda_B/\lambda)$$

【0027】補正光学系5の波長 λ_A における倍率 m_A 、波長 λ_B における倍率 m_B は、以下の通りとなる。

$$m_A = f_2(\lambda_A)/f_1(\lambda_A), \quad m_B = f_2(\lambda_B)/f_1(\lambda_B)$$

したがって、アフォーカルな補正光学系5を経た各光束は、所定の位置に収束し、その収束位置の光軸からの高さ Y_A 、 Y_B は、以下の通りとなる。

$$Y_A = y_A m_A, \quad Y_B = y_B m_B$$

【0028】ここで、2つの波長の光束が補正光学系5を介して形成する収束点の高さを揃えるためには、以下の条件(イ)が成立することが必要となる。

$$(イ) \quad \lambda_A/\lambda_B = (f_1(\lambda_A)/f_2(\lambda_A)) \cdot (f_2(\lambda_B)/f_1(\lambda_B))$$

また、補正光学系5の射出側でのテレセントリック性を保つためには、以下の条件(ロ)の成立が必要となる。

$$(ロ) \quad f_1(\lambda_A) + f_2(\lambda_A) = f_1(\lambda_B) + f_2(\lambda_B)$$

【0029】上記の2つの条件を満たすことにより、回折分岐素子3により異なる角度で回折された波長 λ_A 、 λ_B の2つの光束は、補正光学系5を射出した位置で、収束点の光軸からの高さ、及び主光線の方向が同一に揃えられ、マルチチャンネル変調器6より後段の光学系においては、同一の光路を進む単一の光束として扱うことができる。

【0030】ただし、この種の光学系では、露光対象面10上に形成される走査線の間隔を、実際のビームスポットの間隔より狭くするため、複数のビームスポットを主走査、副走査の両方向に対して傾いた直線上に配置しており、実際には上記の2つの条件が厳密に成立する必要はなく、以下の条件(1)、(2)が成立する範囲では、補正光学系5による補正効果が得られ、回折分岐素子3の波長に依存する回折角度のズレによる露光対象面上でのビームスポットのピッチのズレを小さく抑えることができる。

$$(1) \quad \lambda_B/\lambda_A < (f_1(\lambda_A) + f_2(\lambda_A))/(f_1(\lambda_B) + f_2(\lambda_B)) < \lambda_A/\lambda_B$$

$$(2) \quad \sqrt{(\lambda_A/\lambda_B) < (f_1(\lambda_A)/f_2(\lambda_A)) \cdot (f_2(\lambda_B)/f_1(\lambda_B)) < (\sqrt{(\lambda_A/\lambda_B))}^3$$

【0031】次に、前述の条件(イ)、(ロ)を成立させる具体的な光学構成の一例を説明する。回折分岐素子5の基準波長を355nm、描画に用いる2つのピーク波長

λ_A, λ_B をそれぞれ360nm, 350nmとして、波長355nmにおける各素子の焦点距離 f_0, f_1, f_2 、及び分散値 ν_0, ν_1, ν_2 を以下のように定める。なお、第1群5a、第2群5bの焦点距離 f_1, f_2 は、それぞれ凹面ミラーとその表面に形成された回折レンズ成分とを合成した値であり、ミラー成分の焦点距離 f_{1M}, f_{2M} と、回折レンズ成分の焦点距離 f_{1D}, f_{2D} とを併せて示す。

収束ミラー4 : $f_0 = 120 \text{ mm}$ $\nu_0 = \infty$

第1群5a : $f_1 = 120 \text{ mm}$ $\nu_1 = -2\nu_{D02}$

$f_{1M} = 80 \text{ mm}$

$f_{1D} = -240 \text{ mm}$

第2群5b : $f_2 = 120 \text{ mm}$ $\nu_2 = 2\nu_{D02}$

$f_{2M} = 240 \text{ mm}$

$f_{2D} = 240 \text{ mm}$

【0032】上記の構成によれば、前述の条件(イ)、(ロ)が成立し、補正光学系5によって回折分岐素子3の波長に依存する回折角度のずれを上記の2波長については完全に補正することができる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、回折分岐素子により分岐された光束の回折角度のピーク波長毎のズレを、補正光学系の色分散特性により補正することができ、それぞれの回折回数において、異なる角

度で回折された複数の波長の光束を同一の位置に揃えることができる。

【0034】したがって、貼り合わせの不要で正確な分岐が可能な回折分岐素子を用いつつ、波長の違いによる露光対象面上でのビームスポットのズレや、ピッチの変化を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

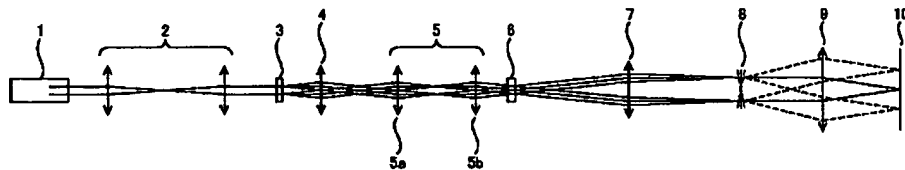
【図1】 実施形態にかかるマルチビーム光学系が適用された走査光学系を示す説明図。

【図2】 発明の原理を示す図1の一部拡大図。

【符号の説明】

- 1 光源
- 3 回折分岐素子
- 4 収束ミラー
- 5 補正光学系
- 5a 第1群
- 5b 第2群
- 6 マルチチャンネル変調器
- 8 ポリゴンミラー
- 9 f θ レンズ
- 10 露光対象面

【図1】



【図2】

